Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 64. ročníku FO kategorie B

1. Roztržení granátu

Granát letící v daném okamžiku rychlostí $\boldsymbol{v}$ se explozí roztrhl na dvě střepiny. Hmotnější střepina se bezprostředně po explozi pohybovala vzhledem k zemi rychlostí o velikosti $4v$ pod úhlem $\alpha = 60°$ vzhledem k rychlosti $\boldsymbol{v}$. Velikost rychlosti druhé střepiny vzhledem k zemi byla $7v$.

a) Určete poměr hmotností $\frac{m_1}{m_2}$ první a druhé střepiny.

b) Na základě údajů v zadání a známého poměru $\frac{m_1}{m_2}$ **narýsujte** vektorový diagram hybností granátu a jeho částí. Velikosti všech hybností musí být ve správném poměru.

c) Určete poměr $\frac{E'_k}{E_k}$ kinetických energií po explozi a před explozí.

Dobu trvání exploze stejně jako hmotnost nálože považujte za zanedbatelnou.

2. Kalorimetry s ledem

Do dvou stejných kalorimetrů byly dány kousky ledu a po dobu $\tau_k = 10$ min byly obsahy obou kalorimetrů zahřívány vařiči se stejným výkonem P. V prvním kalorimetru bylo o $\Delta m = 100$ g ledu méně, než ve druhém kalorimetru. Do grafu byla zaznamenávána závislost rozdílu teplot v kalorimetrech Δt na času τ (obr. 1). Zlomům grafu odpovídají hodnoty časů $\tau_1 = 70$ s, $\tau_2 = 93{,}3$ s, $\tau_3 = 345$ s a $\tau_4 = 460$ s. Měřítko na ose s rozdílem teplot se nedochovalo.

a) Popište fyzikální děje v kalorimetrech v jednotlivých úsecích grafu.

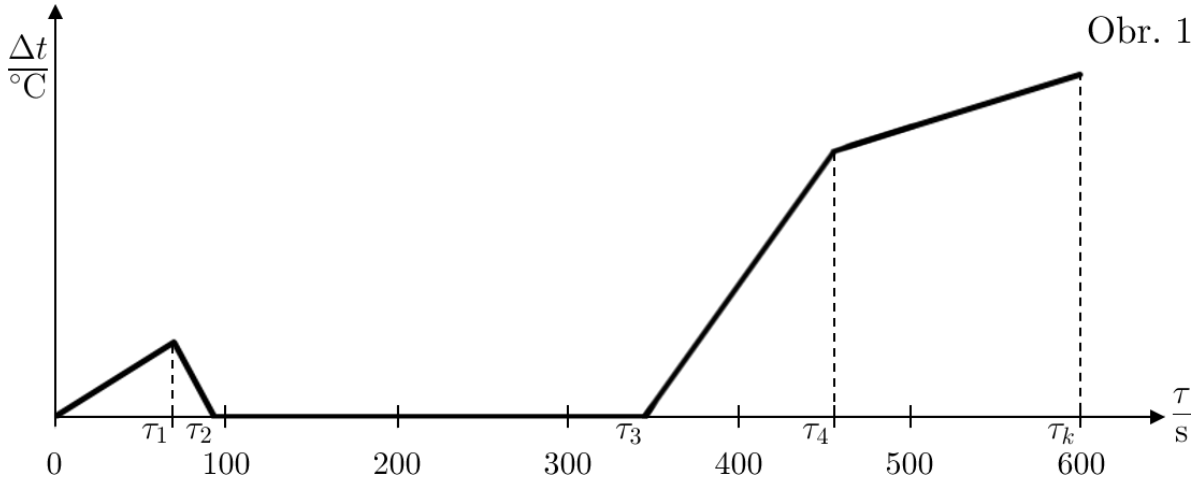
b) Určete výkon P vařičů.

c) Určete hmotnosti m_1 a m_2 kousků ledu v obou kalorimetrech.

d) Určete počáteční teploty kousků ledu t_{01} a t_{02} a konečné teploty t_{k1} a t_{k2} kousků ledu (nebo vzniklé vody) v kalorimetrech.

Měrná tepelná kapacita vody $c_v = 4\,200\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$, měrná tepelná kapacita ledu $c_l = 2\,100\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$, měrné skupenské teplo tání ledu $l_t = 330\ \mathrm{kJ \cdot kg^{-1}}$.

Obr. 1



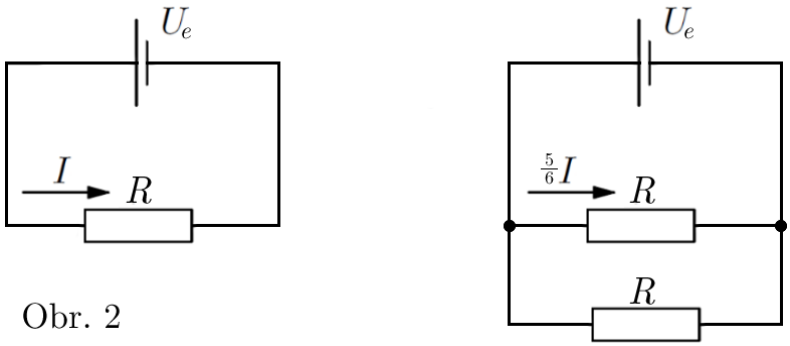
3. Maximální výkon

V jednoduchém elektrickém obvodu je ke zdroji zapojen rezistor o odporu R. Proud procházející tímto rezistorem má velikost I. Když k rezistoru připojíme paralelně ještě jeden stejný rezistor, hodnota jím procházejícího proudu klesne o jednu šestinu původní hodnoty (viz obr. 2).

a) Jaká je hodnota elektromotorického napětí zdroje U_e a jaký je jeho vnitřní odpor R_i?

b) Jakým odporem R' musíme nahradit odpor R, má-li být výkon ve vnější části obvodu maximální? Jaká bude hodnota tohoto maximálního výkonu?

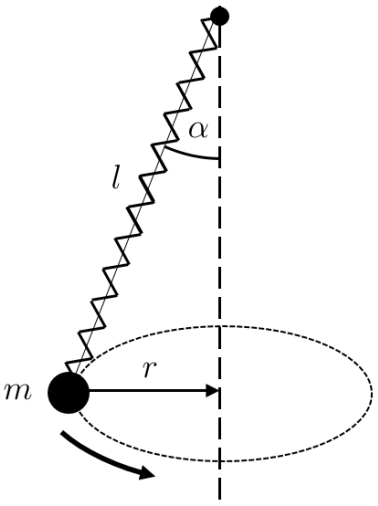
c) Určete velikost zkratového proudu I_k. Určete účinnost obvodu η_1, je-li k baterii připojen pouze rezistor o odporu R. Určete účinnost obvodu η_2, je-li k baterii připojen pouze rezistor o odporu R'.



Obr. 2

4. Rotující pružina se závažím

Na pružině o tuhosti $k = 2{,}0\ \mathrm{N \cdot cm^{-1}}$ je zavěšeno závaží o hmotnosti $m = 200$ g. Pružina se závažím tvoří kuželové kyvadlo tak, že závaží obíhá po kružnici ve vodorovné rovině s periodou $T = 1{,}0$ s, přičemž osa pružiny svírá se svislým směrem úhel $\alpha = 30°$ (viz obr. 3). Hmotnost pružiny je ve srovnání s hmotností závaží zanedbatelná.



Obr. 3

a) Určete poloměr r kružnice, po které krouží závaží, délku l prodloužené pružiny, velikost síly F napínající pružinu a prodloužení pružiny Δl oproti nenapnutému stavu.

b) Po zvýšení frekvence otáčení kyvadla se pružina prodloužila o $\Delta l_1 = 0{,}9$ cm ve srovnání s délkou, kterou měla při frekvenci původní. Jaký úhel α_1 nyní svírá osa pružiny se svislým směrem?

c) S jakou úhlovou frekvencí ω_1 se nyní otáčí pružina se závažím?

Počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Části a) a b) řešte nejprve obecně a pak pro zadané hodnoty. V části c) můžete považovat za známou již dříve vypočtenou délku l.